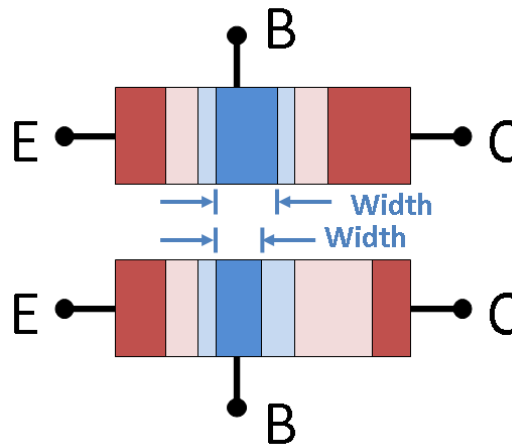


Tecnología Electrónica

Efecto Early

El Efecto Early, denominado así en honor a su descubridor, James M. Early, es la variación en la anchura de la base de un transistor bipolar por efecto de la variación de la diferencia de potencial entre la base y el colector de éste, V_{bc} .



Como puede observarse en la imagen, y hemos podido ver en clase, un transistor bipolar se compone de tres secciones dopadas. En dos de ellas, las de los extremos, el emisor (E) y el colector (C), el dopaje es inverso al de la zona central, la base (B). El tipo de éstos dependerá del modelo de transistor que estemos analizando, sea NPN o PNP. A partir de ahora analizaremos únicamente el modelo NPN, siendo las valoraciones extensibles al caso del PNP si cambiamos huecos por electrones libres.

En el caso de un transistor NPN, los portadores mayoritarios tanto en el emisor como en el colector son electrones libres, mientras en la base son huecos. Fruto de esto se crean sendas zonas de depleción entre la base y el emisor y la base y el colector. Podríamos analizar ambas uniones por separado considerándoles uniones PN simples, es decir, diodos. Como sucede en éstos, en las uniones de los materiales se crea una zona de depleción donde se recombinan los portadores mayoritarios de uno y otro material. Esta recombinación se da hasta que la anchura de la zona de depleción imposibilita que los portadores restantes la atraviesen y la diferencia de potencial existente en extremos sea insuficiente para forzarlo. Estas diferencias de potencial son las tensiones V_{be} y V_{bc} .

Paralelamente a este fenómeno, cuando el transistor se encuentra funcionando en su región activa, el hipotético diodo base-emisor se encuentra polarizado en directa, y el diodo base-colector de forma inversa. El emisor aporta todos los electrones. Una pequeña parte de éstos es atraída por la base. Sin embargo, la gran mayoría supera la base, debido a su pequeño grosor y la diferencia en el nivel de dopaje (el dopaje de la base es pobre mientras el del emisor y el colector es muy alto), y pasan al colector. Por lo tanto, podemos relacionar las tres corrientes y definir la relación entre la corriente a través de la base y aquella que atraviesa el colector:

$$I_e = I_b + I_c \quad I_c = \beta \cdot I_b \quad I_e = I_b + \beta \cdot I_b$$

A medida que la diferencia de tensión entre V_b y V_c aumenta, la zona de depleción del diodo base-emisor se ve aumentada, fruto de la tensión a la que se ve sometida en extremos. Un aumento en la zona de depleción conlleva la disminución de la base propiamente dicha, es decir, aquella sección donde los portadores mayoritarios son los huecos. Ante la reducción de dicha sección, los electrones inyectados por el emisor son atraídos con mayor fuerza por el colector. El hecho de

que sean atraídos con mayor fuerza implica que atraviesan más rápido la base y, por consiguiente, cambie la relación entre las corrientes de base y colector, ya que todos los electrones que se dirigen al colector dejan de hacerlo a la base. Esto provoca una variación de la β o, lo que es lo mismo, la ganancia de corriente en la región activa. A este aumento de la ganancia y reducción de la base del transistor bipolar como consecuencia del aumento en la tensión V_{bc} se le denomina Efecto Early, y podríamos resumirlo desde un punto de vista práctico de la siguiente manera:

$$V_{bc} \uparrow \rightarrow I_c \uparrow \rightarrow I_b \downarrow \rightarrow \beta \uparrow$$

Referencias

- Wikipedia. Colaboradores de la wikipedia.
http://en.wikipedia.org/wiki/Early_effect
- Curso de Electrónica Básica en Internet. Andrés Aranzabal Olea.
http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/tema6/Paginas/Pagina14.htm